



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 198 49 389 C 2**

⑤① Int. Cl. 7:  
**B 01 J 20/28**  
B 01 D 53/02  
B 01 D 39/06

⑦① Aktenzeichen: 198 49 389.4-43  
⑦② Anmeldetag: 27. 10. 1998  
④③ Offenlegungstag: 4. 5. 2000  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 5. 12. 2002

DE 198 49 389 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Helsa-Werke Helmut Sandler GmbH & Co. KG,  
95482 Gefrees, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ & SEGETH, 90409  
Nürnberg

⑦⑦ Erfinder:  
Wolff, Thomas, Dr., 95213 Münchberg, DE;  
Wolfrum, Hermann, 95213 Münchberg, DE  
  
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 195 46 672 A1  
DE 43-10 110 A1

⑤④ Regenerierbares Filtermedium mit hoher Spontaneität und hoher Kapazität sowie dessen Verwendung

⑤⑦ Regenerierbares Filtermedium mit hoher Spontaneität  
und hoher Kapazität mit folgenden Merkmalen:  
a) einer Basisschicht aus einem aktivierten Kohlefaserge-  
webe oder -gewirke;  
b) wenigstens einer auf der Basisschicht angeordneten  
Schicht aus Adsorberpartikeln; wobei  
c) die Adsorberpartikel mit einem Bindemittel an der Ba-  
sisschicht befestigt sind.

DE 198 49 389 C 2

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein regenerierbares Filtermedium mit hoher Spontaneität und hoher Kapazität, das auf vielen Gebieten Anwendung finden kann, sich insbesondere aber für Geruchsfiltersysteme für die Kraftfahrzeugindustrie eignet.

[0002] Die aus dem Stand der Technik bekannten, herkömmlichen Geruchsfiltersysteme für die Kraftfahrzeugindustrie besitzen eine begrenzte Standzeit, da zum einen die enthaltene Aktivkohle während des Betriebs beladen wird und somit altert und zum anderen der Druckabfall kontinuierlich ansteigt. Geruchsfiltersysteme auf PU-Schaumbasis haben zwar eine sehr gute Spontaneität im Neuzustand, d. h. die Filtereffizienz ist größer als 99,9%, sie weisen jedoch einen vergleichsweise hohen Druckabfall auf und die anfängliche hohe Effizienz fällt ferner rasch ab. Noch schlechter ist die Situation bei plissierten Filterstrukturen, die 200 bis 300 g Aktivkohle enthalten. Derartige Filter sind im allgemeinen nach 15.000 Fahrkilometern bereits völlig erschöpft.

[0003] Bei den herkömmlichen Filtersystemen ist ferner nachteilig, daß die adsorbierten Geruchs- und Schadstoffe im Verlauf der Standzeit zumindest teilweise wieder desorbieren und dabei in den Fahrzeuginnenraum gelangen.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind aber bereits auch regenerierbare Filtersysteme bekannt. Die DE 195 46 672 A1 offenbart z. B. eine Filteranordnung und ein Verfahren zum Reinigen eines dem Fahrzeuginnenraum zuzuführenden Luftstroms. Hierbei wird zur Erhöhung der Standzeit das Filtermedium als Rollenband auf zwei parallel zueinander angeordneten Trommeln geführt, wobei in einem Adsorptionsbereich Schadstoffe aus dem Luftstrom herausgefiltert und in einem Desorptionsbereich wieder vom Filtermedium desorbiert werden. Bei der offenbarten Anordnung wird der zu reinigende Luftstrom im wesentlichen quer zu den parallel zueinander zwischen den Trommeln verlaufenden Abschnitten des Filtermediums geführt, wobei gleichzeitig Mittel offenbart sind, die eine getrennte Führung des Reinluftstroms und des Desorptionsstroms ermöglichen.

[0005] Da sich im Adsorptionsbereich nur zwei planare Filterlagen befinden, ist die Filterleistung entsprechend stark beschränkt. Setzt man hier nämlich herkömmliche Filtermedien auf der Basis von mit Aktivkohle beschichteten Vliesstoffen oder dünne PU-Schäume oder ähnliches ein, so kann aufgrund der baulichen Einschränkungen nicht ausreichend Aktivkohle im Luftstrom untergebracht werden, um die Spontaneität der herkömmlichen Geruchsfilter auf PU-Schaumbasis zu erhalten.

[0006] In der DE 196 03 866 A1 ist eine Vorrichtung zur Beseitigung der Schad- und Aromastoffe aus einem den Fahrzeuginnenraum zugeführten Luftstrom offenbart. In dieser Vorrichtung sind zwei Adsorber enthaltende Reaktoren vorgesehen, die jeweils Heizelemente aufweisen. Mit den Heizelementen ist weiterhin ein Klappensystem gekoppelt, welches die Führung des Adsorptions- oder Reinluftstroms in die Fahrgastzelle und die Abführung des Desorptionsluftstroms steuert, wobei die vorgenannten Adsorber enthaltenden Reaktoren jeweils wenigstens zweifach vorgesehen sind, damit von dem insgesamt vorhandenen Adsorbentmaterial stets ein definierter Teil als Adsorber im zu reinigenden Luftstrom liegt, während der andere Teil mittels eines Desorptionsluftstroms gereinigt wird.

[0007] Nachteilig bei der vorstehend beschriebenen Vorrichtung ist ein hoher konstruktiver Aufwand, wobei aufgrund des notwendigen Platzes für Klappen und Heizelemente nur eine beschränkte Menge an Adsorber in den Reaktoren untergebracht werden kann. Hieraus ergeben sich

zwangsweise wieder Einschränkungen hinsichtlich der Spontaneität und Kapazität des Filters.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein zu den aus dem Stand der Technik bekannten Filtermedien alternatives Filtermedium mit hoher Spontaneität und hoher Kapazität anzugeben, das zumindest einen Teil der aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile vermeidet.

[0009] Die vorliegende Aufgabe wird durch ein Filtermedium mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Das erfindungsgemäße Filtermedium besitzt einige überraschende Vorteile, weil es eine hervorragende Spontaneität bei gleichzeitig äußerst hoher Kapazität, außerordentlich guter Desorbierbarkeit und im Vergleich sehr langen Lebensdauer z. B. für den Bereich der Kraftfahrzeugindustrie die Schaffung von Lebenszeit-Filtereinrichtungen z. B. für die Innenraumluftreinigung ermöglicht, wodurch die bisher notwendigen Filterwechsel vermieden und die Menge des anfallenden Filterabfalls entsprechend reduziert wird. Gleichzeitig ist der Druckabfall an dem erfindungsgemäßen Filtermaterial erfreulich gering und liegt keinesfalls höher als bei entsprechenden Adsorptionsfiltern mit einem Vlies als Basisschicht. Im Vergleich mit Adsorptionsfiltern auf PU-Schaumbasis ist der Druckabfall sogar deutlich niedriger.

[0011] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Filtermediums weist die Basisschicht elektrische Kontakte auf. Da das als Basisschicht eingesetzte aktivierte Kohlefasergewebe, das keine Beschichtung aufweist, elektrisch leitend ist und sich aufgrund seines hohen spezifischen Widerstandes durch Anlegen eines elektrischen Stromes aufheizt, ist eine besonders effiziente Erwärmung des Filtermediums für die Desorption möglich. Diese Art der Desorption ist der indirekten Erwärmung über in den Filter eingelassene Heizwendel oder über andere Kontaktflächen weit überlegen.

[0012] Bei einer erfindungsgemäßen Weiterbildung dieser Ausführungsform ist das Filtermedium plissiert und die Faltenspitzen sind jeweils mit elektrischen Kontakten versehen, die für die Zufuhr des für die Desorption erforderlichen Stroms zu der Basisschicht vorgesehen sind. Durch die Plissierung erhöht sich vorteilhafterweise die Adsorbermenge in Bezug auf einen vorgegebenen Strömungsquerschnitt, wobei weiterhin der besondere Vorteil der segmentweisen Desorbierbarkeit erhalten wird. Die einzelnen Segmente sind dabei durch die Falten bzw. durch einzelne Faltenflanken gegeben und durch eine entsprechende Ansteuerung der Kontakte in den Faltenspitzen läßt sich die Desorption problemlos auf ein derartiges Segment beschränken. Für eine solche segmentweise Desorption ist wesentlich weniger Energie erforderlich als zur Desorption des gesamten Filters.

[0013] Grundsätzlich ist erforderlich, daß das verwendete Bindemittel bei den jeweiligen Desorptionstemperaturen stabil ist, damit sich die Adsorberpartikel während der Desorption nicht von der Basisschicht lösen. Das Bindemittel sollte daher eine Temperaturstabilität bis wenigstens 145°C, bevorzugt bis wenigstens 200°C aufweisen.

[0014] Eine besonders vorteilhafte Kombination der Eigenschaften Spontaneität, Kapazität und Desorbierbarkeit wird mit dem erfindungsgemäßen Filtermedium erreicht, wenn die wenigstens eine Schicht aus Adsorberpartikeln in Form einer Monoschicht vorliegt. Dies geht insbesondere darauf zurück, daß bei einer derartigen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Filtermediums ein vorteilhaftes Verhältnis von der Masse der Basisschicht zur Masse der Adsorberpartikel vorliegt und die Desorption auch der Adsorberpartikel

artikel ausreichend schnell ermöglicht wird, da sich eine Monoschicht wesentlich schneller auf die erforderliche Desorptionstemperatur bringen läßt als eine mehr- oder vielschichtige Adsorberlage.

[0015] Während das als Basisschicht verwendete aktivierte Kohlefasergewebe oder -gewirke bevorzugt eine spezifische Oberfläche gemäß BET von 1.100 bis 1.300 m<sup>2</sup>/g besitzt, besitzen die Adsorberpartikel, sofern diese aus Aktivkohle bestehen, bevorzugt eine spezifische Oberfläche, ebenfalls gemäß BET, von 900 bis 1.100 m<sup>2</sup>/g. Erfindungsgemäß weist die auf der Basisschicht angeordnete Schicht aus Adsorberpartikeln aus Aktivkohle allgemein eine Masse im Bereich von 300 bis 900 g/m<sup>2</sup> auf, wodurch ein großer Anwendungsbereich erschlossen wird.

[0016] Die Adsorberpartikel können selbstverständlich auch von anderen Stoffen gebildet werden. Z. B. können hier Zeolithe, Silikate und/oder Aluminiumoxide genannt werden. Besonders vorteilhaft ist dabei die Kombination von mehreren Arten von Adsorberpartikeln in dem erfindungsgemäßen Filtermedium. Dies kann dadurch geschehen, daß wenigstens eine weitere Adsorberschicht auf der auf der Basisschicht angeordneten Adsorberschicht vorgesehen ist, wobei diese wenigstens eine weitere Adsorberschicht bevorzugt von einer Art von Adsorberpartikeln gebildet ist, die von der Art der auf der Basisschicht angeordneten Adsorberpartikel verschieden ist. Hier bietet sich z. B. an auf einer Adsorberpartikelschicht aus Aktivkohle eine zusätzliche Schicht aus Zeolithen einzusetzen, wobei letztere Wasser adsorbieren und dieses wiederum saure Gase wie SO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub> in Form von Säuren bindet. Auch hier wird der Adsorptionsvorgang durch das Aufheizen der Adsorberschicht durch das Desorbieren des Wassers wieder rückgängig gemacht.

[0017] Die Adsorberpartikel können allgemein von jeder beliebiger Form sein, wobei jedoch eine unregelmäßige Form den Vorteil einer verhältnismäßig größeren Oberfläche pro Masseneinheit bietet, während sphärische Adsorberpartikel mechanischen Belastungen besser standhalten. Eine Monoschicht aus sphärischen Adsorberpartikeln eignet sich beispielsweise hervorragend als Filter in Schutzanzügen gegen chemische Kampfstoffe wie S-Lost oder VX.

[0018] In einer besonders für Schutzanzüge geeigneten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung muß das Filtermedium nicht die gleiche Temperaturbeständigkeit aufweisen wie bei desorbierbaren Filtern für den Kraftfahrzeugbereich. Aus diesem Grund ist es bei der Verwendung des erfindungsgemäßen Filtermaterials für die Herstellung von Schutzanzügen nicht erforderlich, daß das zum Befestigen der Adsorberpartikel verwendete Bindemittel eine besondere Temperaturstabilität aufweist.

[0019] In einer besonderen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Filtermediums ist auf der von der Basisschicht weg weisenden Seite der Adsorberschicht eine Deckschicht aus einem Vlies, Gewebe, Gewirk oder Gestrick angeordnet, um bei besonderen mechanischen Belastungen des Filters einem Lösen von Adsorberpartikeln von der Basisschicht entgegenzuwirken.

[0020] Die besonderen Vorzüge des erfindungsgemäßen Filtermaterials können in einer entsprechenden Filteranordnung, insbesondere zur Verwendung im Kraftfahrzeugbereich nutzbar gemacht werden, wobei bei einer derartigen Filteranordnung bevorzugt eine getrennte Führung des Adsorptions- und des Desorptionsluftstroms durch entsprechende Luftkanäle vorgesehen ist. Dabei kann das erfindungsgemäße Filtermaterial in einer derartigen Filteranordnung in flacher Form, in mehreren Schichten und/oder in plissierter Form als Filter eingesetzt werden. Selbstverständlich ist es möglich strömungsseitig vor dem erfin-

dungsgemäßen Filtermaterial einen entsprechenden Partikelfilter vorzusehen, damit ein Druckabfall an dem erfindungsgemäßen Filtermedium aufgrund einer unerwünschten Partikelaufnahme vermieden wird.

[0021] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0022] Ein aktiviertes Kohlefasergewebe mit einem Trockengewicht von 190 bis 230 g/m<sup>2</sup>, einer Dicke von 1,2 bis 1,4 mm, einer Zugfestigkeit von 20 N/cm und einer Luftdurchlässigkeit von nicht weniger als 75 cm<sup>3</sup>/cm<sup>2</sup>/s. bei 10 mm Wassersäule wurde mit Hilfe eines temperaturstabilen Klebers mit Aktivkohle beschichtet. Die Aktivkohleauflage beträgt 500 g/m<sup>2</sup>. Das Aktivkohlegewebe hat eine spezifische innere Oberfläche von 1.200 m<sup>2</sup>/g und die aufgetragene Aktivkohle von 1.000 m<sup>2</sup>/g (beide nach BET). Bei der Aktivkohle handelt es sich um ein Granulat auf Kokosnußbasis mit der Größenverteilung 25 × 40 mesh (US) und einer Rütteldichte von 0,45 bis 0,5 g/cm<sup>3</sup>. Der Kleber ist ein Duroplast welcher eine Temperaturstabilität bis 200°C besitzt. Die Aktivkohleauflage wurde gemäß einem bei der Beschichtung von Vliesen mit Aktivkohlepartikeln zur Herstellung von Adsorptionsfiltern bekannten Verfahren durchgeführt.

[0023] Das so erhaltene Material wird zu einem plissierten Filter mit den folgenden Abmaßen verarbeitet:

Faltenhöhe: 120 mm  
Faltenabstand: 20 mm  
Faltenbreite: 200 mm  
Anzahl der Falten: 7

[0024] Hierdurch ergeben sich äußere Abmaße des Filters von 120 × 140 × 200 mm. Bei einem Luftdurchsatz von 3 kg/Min., einer Luftfeuchtigkeit von 50%, einer Temperatur von 23°C und einer Anströmkonzentration von jeweils 80 ppmV für n-Butan und Toluol ergeben sich jeweils folgende Sofortdurchbrüche:

n-Butan: < 0,1%  
Toluol: < 2%

[0025] Der vorstehend beschriebene Filter kann wie folgt desorbiert werden:

Der Filter wird in eine herkömmliche Klimaanlage mit Bypass-Luftführung eingebaut. Zur Desorption wird das System auf Bypass geschaltet, d. h. der Filter wird nicht durchströmt. Jetzt wird eine Faltenflanke aufgeheizt, indem über die Kontaktierung an den Faltenspitzen eine elektrische Spannung angelegt wird. Eine Faltenflanke hat eine Fläche von 120 × 200 mm, welche sich bei 40 V und 1,4 A auf etwa 100°C und bei 40 V und 1,65 A auf etwa 145°C aufheizt. Nach dem 5 Minuten dauernden Aufheizvorgang wird ein Luftstoß (500 Liter in 10 Sekunden) durch den Filter geschickt. Durch diesen Vorgang werden die desorbierten Schadgase aus der Filterschicht abtransportiert. Nach der kurzen Durchströmung wird die sich anschließende Faltenflanke aufgeheizt. Dieser sich periodisch wiederholende Vorgang stellt einen Online-Desorptionsprozeß dar, der permanent abläuft, solange der Filter im Fahrbetrieb in Bypass-Schaltung steht. Die notwendige Leistung bei Desorption einer Faltenflanke liegt bei maximal 66 Watt. Eine Belastung für die Batterie stellt die Desorption nicht dar, da sie nur während des Fahrbetriebs durchgeführt wird.

#### Patentansprüche

1. Regenerierbares Filtermedium mit hoher Spontanität und hoher Kapazität mit folgenden Merkmalen:
  - a) einer Basisschicht aus einem aktivierten Kohlefasergewebe oder -gewirke;
  - b) wenigstens einer auf der Basisschicht angeordneten Schicht aus Adsorberpartikeln; wobei

- c) die Adsorberpartikel mit einem Bindemittel an der Basisschicht befestigt sind.
2. Filtermedium gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bindemittel bis wenigstens 145°C temperaturstabil ist. 5
  3. Filtermedium gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Basisschicht elektrische Kontakte aufweist.
  4. Filtermedium gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Filtermedium plis- 10 siert ist und die Faltenspitzen jeweils mit elektrischen Kontakten versehen sind.
  5. Filtermedium gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Schicht aus Adsorberpartikeln in Form 15 einer Monoschicht vorliegt.
  6. Filtermedium gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das aktivierte Kohlefasergerewebe oder -gewirke eine spezifische Oberfläche (gemäß BET) von 1.100 bis 1.300 m<sup>2</sup>/g be- 20 sitzt.
  7. Filtermedium gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Adsorberpartikel aus Aktivkohle, Zeolithen, Aluminiumoxiden und/oder Silikaten in sphärischer oder unregelmä- 25 ßiger Form bestehen.
  8. Filtermedium gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Adsorberpartikel aus Aktivkohle mit einer spezifischen Oberfläche (gemäß BET) von 900 bis 1.100 m<sup>2</sup>/g bestehen. 30
  9. Filtermedium gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Basisschicht eine Schicht mit Aktivkohlepartikeln in einer Menge von 300 bis 900 g/m<sup>2</sup> angeordnet ist.
  10. Filtermedium gemäß einem der vorhergehenden 35 Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine weitere Adsorberschicht auf der auf der Basisschicht angeordneten Adsorberschicht vorgesehen ist, wobei diese wenigstens eine weitere Adsorberschicht von einer Art von Adsorberpartikeln gebildet ist, die 40 von der Art der auf der Basisschicht angeordneten Adsorberpartikel verschieden ist.
  11. Filtermedium gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf der von der Basisschicht weg weisenden Seite der Adsorber- 45 schicht eine Deckschicht aus einem Vlies, Gewebe, Gewirk oder Gestrick angeordnet ist.
  12. Verwendung des Filtermediums gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche in einer Filteranordnung, insbesondere für den Einsatz bei Kraftfahrzeugen. 50